Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 1, Spring 2023, p. 13-27

Study of Growth Traits of *Scindapsus* spp. as Influenced by Fertigation of Humic Acid and Folvic Acid

R. Abaszadeh Faruji[1], M. Shoor[2*], A. TehraniFar[3], B. Abedi[4]

Received: 17-03-2019
Revised: 24-10-2019
Accepted: 04-04-2020
Available Online: 04-04-2020

How to cite this article:
Abaszadeh Faruji, R., Shoor, M., TehraniFar, A., & Abedi, B. (2023). Study of growth traits of *Scindapsus* spp. as influenced by fertigation of humic acid and folvic acid. *Journal of Horticultural Science 37*(1): 13-27. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jhs.2021.61456.0

Introduction

Unbalanced and frequent use of chemical fertilizers and pesticides results in the degradation of soil physicochemical properties, loss of soil-born organisms, reduction of quality of produced crops and reduction of yield plant. Nowadays, due to environmental considerations of chemical fertilizers, use of organic acids for quantitative and qualitative improvement of crops has been increased. Humic materials are natural organic compounds that contain 50 to 90% of organic matters of peat, wood coal and rotten material, as well as non-living organic matters of aquatic and terrestrial ecosystems. Humic compounds indirectly increase soil fertility by providing micro- and macro-elements for root, improving soil structure, increasing medium permeability to water and air, increasing soil microbial population and beneficial microorganisms, increasing cation exchange capacity and the ability to buffer pH of medium or nutrient solution, and providing some special substances for plant roots such as nucleic acids and acetamides.

Materials and Methods

In order to investigate the influence of humic and fulvic acids on some growth characteristics in ornamental plant of *Scindapsus* spp., an experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications at greenhouse in Ferdowsi University of Mashhad during 2014-2015. The first factor was humic acid in four levels of 0, 0.2, 0.5, 1 g/l, and the second factor was fulvic acid in four levels of 0, 0.2, 0.5, 1 g/l. Cuttings were taken from the plant in late March. Two weeks after transferring the rooted cuttings to pot, the treatments were applied on plants via fertigation. The traits measured in the experiment included plant height, mean number of nodes, internode length, leaf number, leaf length, leaf width, leaf area, root length, root fresh weight, leaf fresh weight, shoot fresh weight, aerial organ fresh weight, root volume, aerial organ volume, root dry weight, leaf dry weight, shoot dry weight, aerial organ dry weight, fresh and dry weights ratios of aerial organ to fresh weight. Statistical analysis of data was performed by 8-JMP software. LSD test was used to compare the means of the data.

Results and Discussion

Based on the results obtained, the combined use of humic acid and fulvic acid had a significant effect on height, fresh and dry weights of leaf, shoot, aerial organ and root, number of node and leaf and volume of aerial organ, fresh and dry weights of root, length and volume of root and the ratio of fresh and dry weights of aerial organ to root. Thus, combined use of humic acid and fulvic acid caused an increase in all the measured traits compared to the control treatment. Furthermore, an increase was observed in the length, width, and area of leaf, and internode length as the result of application of humic substances when compared to the control treatment.

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Gratuate, Associate Professor, Professor and Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Shoor@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61456.0

Organic fertilizers increase plant growth by improving soil conditions and increasing availability of plant to nutrients. Humic compounds cause changes in the specific distribution of cytokinins, polyamines and ATP by affecting the activity of root H^+-ATPase and the distribution of root nitrate in the stem, thus affecting the growth of the plant stem. Humic materials increase plant growth by using different mechanisms such as hormonal effects, direct effect on plant cell metabolism, increase of cell division, chelating power and nutrient uptake, increase of soil ventilation and enhancement of plant photosynthesis by increasing Rubisco enzyme activity. Increasing nitrogen uptake leads to the increase in the growth of shoots and aerial organs. It also increases the number of branches in plants and increases the production of dry matter by increasing the production of photosynthetic materials.

Conclusion

In general, according to the results of this experiment, it can be concluded that application of humic substances (humic acid and fulvic acid) together, improved the growth characteristics of the plant and led to the better growth of the plant; therefore, these materials can be a good alternative to plant growth-stimulating chemical fertilizers.

Keywords: Houseplants, Morphological traits, Organic materials, Soil fertility

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۱، بهار ۱٤۰۲، ص. ۲۷-۱۳

بررسی صفات رشدی گیاه سینداپسوس (*Scindapsus* spp.) تحت تاثیر مصرف اسید هیومیک و اسید فولویک به صورت کودآبیاری

رسول عباس زاده فاروجی[1]- محمود شور[2]*- علی تهرانی فر[3]- بهرام عابدی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۶
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۶

چکیده

به منظور بررسی برخی صفات رشدی در گیاه زینتی سینداپسوس (*Scindapsus* spp.) تحت تاثیر اسید هیومیک و اسید فولویک بصورت کود آبیاری، آزمایشی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول اسید هیومیک در چهار سطح صفر، ۰/۲، ۰/۵، ۱ گرم بر لیتر و عامل دوم اسید فولویک نیز در چهار سطح صفر، ۰/۲، ۰/۵، ۱ گرم بر لیتر بود. بر اساس نتایج بدست آمده تیمار مصرف توام اسید هیومیک و اسید فولویک اثر معنی‌داری بر ارتفاع، وزن تر و خشک برگ، ساقه، اندام هوایی و ریشه، تعداد گره و برگ و حجم اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، طول و حجم ریشه و نسبت وزن تر و خشک اندام هوایی به ریشه داشت؛ بدین صورت که با کاربرد توام اسید هیومیک و اسید فولویک تمامی صفات ارزیابی شده در گیاه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین طول و عرض و سطح برگ و طول میانگره نیز با مصرف مواد هیومیکی در گیاه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. در مجموع با توجه به نتایج مشخص شده از آزمایش می‌توان بیان کرد که مصرف مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) به صورت توام با یکدیگر صفات رشدی در گیاه را بهبود بخشیده و سبب رشد بهتر گیاه شده- اند؛ در نتیجه این مواد می‌توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی محرک رشد گیاه باشند.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی خاک، صفات مورفولوژیک، گیاهان آپارتمانی، مواد آلی

مقدمه

حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه با توجه به اصول کشاورزی اکولوژیک نقش مهمی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارد (Khoram *et al*., 2007). آلودگی محیطزیست در سال‌های اخیر در اثر کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی رو به افزایش است (Piraste *et al*., 2010; Kochaki, 1996) استفاده بی‌رویه و نامتعادل از کودها و سموم شیمیایی تخریب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، از بین رفتن موجودات خاکزی، کاهش کیفیت محصولات تولیدی و کاهش عملکرد گیاهان را در پی دارد (Adediran *et al*., 2004; Cavender *et al*., 2003; Saleh Rastin, 1999) امروزه با توجه به ملاحظات زیست محیطی استفاده از اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج یافته است (Golchin *et al*., 2010; Sabzevari *et al*., 2009). مواد آلی بدلیل بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک باعث کاهش رواناب، بهبود نفوذ پذیری آب و سهولت توسعه ریشه و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی شده و همچنین نقش تنظیم کنندگی در برابر تغییرات pH دارند (Bellapart, 1996; Bollo, 1999; Guerrero, 1996; Honorato, 1993). مواد هیومیکی ترکیبات طبیعی آلی هستند که حاوی ۵۰ تا ۹۰ درصد از مواد ارگانیک پیت، ذغال چوب، مواد پوسیده و همچنین مواد ارگانیک غیر زنده اکوسیستم‌های آبی و خاکی می‌باشند (Clapp *et al*., 1993). ترکیبات هوموسی به صورت غیرمستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک، افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورز ، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Shoor@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jhs.2021.61456.0

میکروبی خاک و میکروارگانیسم‌های مفید، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و توانایی بافر کردن pH بستر یا محلول غذایی، فراهم کردن بعضی مواد خاص برای ریشه گیاه مانند نوکلئیک اسیدها، استامیدها و فراهم آوردن هیومیک و فولویک اسیدها به عنوان ناقلان عناصر کم مصرف، حاصلخیزی خاک را افزایش می‌دهند (Chen and Aviad, 1990; Sharif *et al*., 2002). شواهد زیادی نشان می‌دهد که اسیدهای فولیک و هیومیک می‌توانند با عناصر مغذی خاک برهمکنش داشته و باعث واکنش‌های فیزیولوژیک در گیاهان شوند که منجر به افزایش رشد گیاه شده و در برخی موارد اثرات تنش‌های غیرزنده را بهبود می‌بخشد (Calvo *et al*., 2014) . اسید هومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ دالتن و اسید فولیک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (Michael Karr, 2001). اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را درکل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (Dursun *et al*., 2002). علاوه بر این با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد در افزایش عملکرد و کیفیت محصول نقش دارد (Sharif *et al*., 2002). مولکول های اسید فولویک (بخش ریز مولکول از اسید هیومیک) که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند، با پیوند شدن به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کند (Bronick and Lai, 2005). اسید هیومیک و اسید فولویک در غلظت‌های ۲۵ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در محلول غذایی قادر به تحریک رشد ساقه گیاهان مختلف می‌شوند (Chen and Aviad, 1990). کاربرد اسید هیومیک در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*) میزان اسانس، شاخص‌های رشد و بیوماس را افزایش داد (Khazaie *et al*., 2011). در گیاه لیزیانتوس کاربرد اسید هیومیک تأثیر به‌سزایی بر جذب عناصر غذایی، اجزای عملکرد و کیفیت لیزیانتوس داشت (Bahalu *et al*., 2018). کاربرد اسید هیومیک منجر به بهبود ویژگی‌های رویشی و عمر گل جایی گل رز رقم دولسویتا در سیستم کشت بدون خاک (Dastyaran and Farahi, 2014) و افزایش وزن تر ریشه همیشه بهار و شمعدانی گردید (Jack and Evans, 2000). مصرف توام اسید هیومیک و اسید فولویک نیز توانست صفات رشدی گیاه شمعدانی را بهبود بخشد (AbaszadehFaruji *et al*., 2018). در پژوهشی که توسط ال-گنوای انجام گرفت، مشخص گردید که استفاده از اسید فولویک طول ساقه، سطح برگ و عملکرد گیاه انگور را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (El-Kenawy, 2017)). کاربرد اسید فولویک در گل حنا منجر به ثبت بیشترین ارتفاع، تعداد گل، تعداد جوانه‌ها، قطر گیاه، وزن تر و خشک گیاه و ریشه و وزن تر و خشک برگ نسبت به تیمار شاهد شد(Esringu *et al*., 2015).

همچنین کاربرد اسید فولویک در محلول نگهدارنده در گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii* L.) منجر به افزایش عمر پس از برداشت آن گردید (Nikbakht *et al*., 2010). استفاده از اسید فولویک به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار به صورت محلول پاشی در گیاه آفتابگردان منجر به افزایش شاخص‌های رشدی، شاخص عملکرد و درصد روغن در مقایسه با شاهد گردید (Moradi *et al*., 2017). گیاه سینداپسوس (پتوس) با نام علمی *Scindapsus* spp. متعلق به خانواده Araceae می‌باشد. جذابیت این گیاه به دلیل برگ‌هایی با رنگ سبز تا سبز ابلق با مخلوطی از رنگ‌های زرد و سفید و کرمی است که آن را به گیاهی آپارتمانی زیبا تبدیل کرده است. این گیاه نیاز آبی متوسطی دارد و دماهای گرم همراه با سایه – آفتاب را می‌پسندد (Ghasemi ghahsareh and Kafi, 2010). این گیاه بالارونده و همیشه‌سبز مناسب برای سبدهای آویز و روییدن روی دیرک خزه است. برای حفظ زیبایی ظاهری و رنگ برگ‌ها نیاز به آبیاری و تغذیه مناسب است و در صورت فقیر بودن خاک و نامناسب بودن شرایط محیطی رشد، کیفیت و زیبایی ظاهری برگ‌های گیاه کاهش می‌یابد (Ghasemi ghahsareh and Kafi, 2010). هدف از انجام این پژوهش شناسایی راهکاری جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و امکان کاربرد کودهای آلی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی در گیاهان زینتی آپارتمانی است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر اسید هیومیک و اسید فولویک بر روی صفات رشدی گیاه سینداپسوس (*Scindapsus* spp.)، آزمایشی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. عامل اول اسید هیومیک در چهار سطح صفر، ۰/۲، ۰/۵، ۱ گرم بر لیتر و عامل دوم اسید فولویک نیز در چهار سطح صفر، ۰/۲، ۰/۵، ۱ گرم بر لیتر بود. قلمه‌گیری از قسمت انتهایی گیاه به همراه دو برگ در انتها در اواخر اسفند از گیاه مادری صورت گرفت. ریشه‌زایی قلمه‌ها در بستر حاوی ماسه سیاه شسته شده و شلتوک به نسبت ۱:۲ صورت گرفت. دو هفته پس از انتقال قلمه‌های ریشه‌دار شده به گلدان، اعمال تیمارها همراه با آب آبیاری به گیاهان صورت گرفت. از هیومیک اسید ساخت کشور ایتالیا، به صورت گرانوله، قابلیت ۸۵ درصدی حلالیت در آب و درجه خلوص ۸۵ درصدی استفاده شد. همچنین از فولویک اسید پودری ساخت کشور آلمان، با درجه خلوص ۷۰ درصد و قابلیت ۸۵ درصد حلالیت در آب در آزمایش استفاده گردید. صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش شامل: ارتفاع گیاه، میانگین تعداد گره، طول میانگره، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، سطح برگ، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن تر برگ،

وزن تر ساقه، وزن تر اندام هوایی، حجم ریشه، حجم اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک اندام هوایی، نسبت وزن تر و خشک اندام هوایی به وزن تر ریشه بود. ارتفاع گیاه با استفاده ازخط‌کش اندازه‌گیری شد. وزن تر قسمت‌های مختلف گیاه پس از انتقال گیاه به آزمایشگاه با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری گردید. وزن خشک قسمت‌های مختلف گیاه نیز پس از قرارگیری نمونه‌های گیاهی در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری و ثبت شد. طول ریشه و میانگره، طول و عرض برگ گیاه نیز با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (Model Li-COR1300, USA) اندازه‌گیری گردید. پس از شست شوی ریشه‌ها، حجم ریشه و اندام‌های هوایی توسط استوانه مدرج و بر اساس میزان افزایش حجم آب نسبت به حجم اولیه برحسب سانتی‌متر مکعب (قانون ارشمیدس) اندازه گیری شد (Kamali *et al.*, 2012). پس از ثبت داده‌های اندازه‌گیری شده، آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار JMP-8 انجام شد. همچنین از آزمون LSD جهت مقایسه میانگین داده‌ها استفاده گردید. رسم نمودار با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ صورت گرفت.

نتایج

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده در گیاه سینداپسوس مشخص گردید که اثر متقابل اسید هیومیک و اسیدفولویک در صفات تعداد گره، طول ریشه و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه در سطح احتمال ۵٪ و در صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه، ساقه، برگ و اندام هوایی، حجم ریشه، حجم اندام هوایی و نسبت وزن تر اندام هوایی به ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

ارتفاع

با توجه به نتایج مشخص گردید که ارتفاع گیاه تحت تاثیر کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک قرار گرفت. بدین ترتیب که با افزایش سطوح مصرف کاربرد کودهای هیومیکی ارتفاع گیاه افزایش یافت. کمترین ارتفاع گیاه (۴۱/۳۳ سانتی‌متر) در تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) ثبت گردید. کاربرد اسید هیومیک در تمامی سطوح توانست ارتفاع گیاه را نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) افزایش دهد. همچنین کاربرد اسید فولویک نیز منجر به افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) گردید. کاربرد توام اسید هیومیک و اسید فولویک منجر به افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲).

وزن تر و خشک برگ

با توجه به نتایج بدست آمده از داده‌های مرتبط با وزن تر برگ مشخص گردید که با کاربرد مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) به صورت کود آبیاری، وزن تر برگ، نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) افزایش یافت. کمترین وزن تر برگ در تیمار شاهد (۴۰/۳۹ گرم) و بیشترین وزن تر برگ در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (۰/۵ گرم بر لیتر) و اسید فولویک (۰/۲ گرم بر لیتر) مشاهده گردید (۷۱/۰۱ گرم). علاوه براین در سایر تیمارهای کاربرد توام اسید هیومیک و اسید فولویک وزن تر گیاه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. علاوه بر این وزن خشک برگ نیز با کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک نیز، نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. با افزایش سطح مصرف کاربرد اسید هیومیک وزن تر خشک برگ، روند افزایشی نشان داد (جدول ۲).

وزن تر و خشک ساقه

با توجه به نتایج آنالیز واریانس داده‌های مرتبط با وزن تر و خشک ساقه مشخص گردید که این صفات تحت تاثیر سطوح مختلف مصرف اسید هیومیک و اسید فولویک قرار گرفت. بیشترین وزن تر ساقه در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (۰/۵ گرم در لیتر) و اسید فولویک (۰/۵ گرم در لیتر) مشاهده شد. وزن تر ساقه در تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) ۴۴/۸۶ گرم بود. با افزایش سطح مصرف اسید هیومیک و اسید فولویک وزن تر ساقه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۲). وزن خشک ساقه نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت؛ بدین صورت که بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (۱ گرم در لیتر) و اسید فولویک (۰/۵ گرم در لیتر) مشاهده گردید (۱۵/۰۸ گرم). وزن خشک ساقه در تیمار شاهد ۸/۳۶ گرم ثبت شد (جدول ۲).

وزن تر و خشک اندام هوایی

در ارتباط با وزن تر و خشک اندام هوایی مشخص شد که با افزایش سطح مصرف مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) به صورت کود آبیاری وزن تر و خشک اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) افزایش یافت. بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (۰/۵ گرم در لیتر) و اسید فولویک (۰/۵ گرم در لیتر) مشاهد گردید (۱۴۹/۰۰ گرم). وزن تر اندام هوایی در تیمار شاهد ۸۵/۲۵ گرم مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که وزن خشک گیاه نیز تحت تاثیر کاربرد مواد هیومیکی قرار گرفت. با افزایش سطح مصرف اسید هیومیک و اسید فولویک، وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مورفولوژیک گیاه سینداپسوس

Table 1- ANOVA (Mean square) for some morphological traits of *Scindapsus* spp.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	سطح برگ Leaf area	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	تعداد برگ Leaf number	تعداد گره Node number	ارتفاع گیاه Plant height	طول میانگره Internode length
اسید هیومیک Humic acid (HA)	3	254.39 *	362.41 **	86.11 ^{ns}	5.42 **	5.97 ^{ns}	1543.40 **	772.52 **
اسید فولویک Fulvic acid (FA)	3	649.71 **	636.39 **	427.74 **	0.80 ^{ns}	4.38 ^{ns}	413.59 ^{ns}	204.30 **
HA ×FH	9	108.37 ^{ns}	144.97 ^{ns}	61.26 ^{ns}	5.67 **	6.10 *	608.85 **	67.85 ^{ns}
خطا Error	32	68.41	69.80	41.93	0.94	2.29	167.69	41.83

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	حجم اندام هوایی Shoot volume	حجم ریشه Root volume	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن تر ساقه Stem fresh weight	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	طول ریشه Root length
اسید هیومیک Humic acid (HA)	3	2036.68 **	1507.57 **	2368.89 **	217.44 **	888.24 **	1736.17 **	248.56 **
اسید فولویک Fulvic acid (FA)	3	272.18 ^{ns}	815.35 **	917.60 **	120.63 *	637.01 **	814.43 **	148.41 **
HA×FA	9	797.35 **	446.89 **	851.03 **	160.18 **	366.02 **	616.82 **	31.65 *
خطا Error	32	145.83	55.646	131.47	32.13	32.10	74.70	12.56

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نسبت وزن تر اندام هوایی به تر ریشه Shoot/Root fresh weight	نسبت وزن خشک اندام هوایی به خشک ریشه Shoot/Root dry weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
اسید هیومیک Humic acid (HA)	3	0.36 **	4.04 **	32.28 **	31.45 **	19.21 **	3.03 *
اسید فولویک Fulvic acid (FA)	3	0.07 ^{ns}	3.18 **	3.02 ^{ns}	13.09 **	8.52 **	2.48 *
HA×FA	9	0.19 **	1.11 *	22.09 **	9.43 **	12.44 **	2.89 **
خطا Error	32	0.05	0.44	2.83	2.79	1.23	0.76

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

*, **, ns: significant at 1% of probability level, significant at 5% of probability level and Non-significant, respectively.

تعداد برگ و گره

استفاده از ترکیب اسید هیومیک و اسید فولویک به صورت کـود آبیاری در تمامی غلظت‌ها، تعداد برگ و تعداد گره در گیـاه را نسـبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) افزایش داد (جدول ۲).

حجم اندام هوایی

حجم اندام هوایی به هنگام استفاده از ترکیب اسـید هیومیـک و اسید فولویک به صورت کود آبیاری در تمامی غلظت‌هـا، نسـبت بـه تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) افزایش یافت (جدول ۲).

جدول ۲- اثر متقابل کاربرد اسید هیومیک × اسید فولویک بر برخی صفات مورفولوژیک گیاه سینداپسوس

Table 2- The interaction effect of humic acid ×folvic acid application on some morphological traits of *Scindapsus* spp.

اسیدهیومیک Humic acid ($g.l^{-1}$)	اسیدفولویک Fulvic acid ($g.l^{-1}$)	تعداد برگ Leaf number	تعداد گره Node number	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (g)	وزن تر ساقه Stem fresh weight (g)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	وزن تر برگ Leaf fresh weight (g)	ارتفاع گیاه Height (cm)	حجم اندام هوایی Shoot volum (cm^3)
0	0	9.33 f	12.66 c	13.67 h	85.25 h	8.36 gh	44.86 j	5.31 f	40.39 f	41.33 g	86.33 e
	0.2	12.55 abcd	16.67 ab	19.91 abcde	139.54 abc	12.44 bc	27.18 cde	7.46 abcd	67.35 abc	83.00 abcdef	144.33 a
	0.5	12.11 bcde	16.33 ab	14.22 h	102.75 g	8.22 h	49.56 ij	6.00 ef	53.18 e	69.73 def	110.66 d
	1	12.00 cde	16.00 ab	14.93 gh	108.14 fg	8.74 fgh	55.68 ghi	6.19 def	52.46 e	66.94 ef	112.33 d
0.2	0	13.11 abc	15.89 ab	18.19 cdef	128.76 cde	10.42 def	59.78 fgh	7.77 abc	68.98 ab	73.88 bcdef	152.66 a
	0.2	11.88 cde	16.77 ab	20.61 abcd	136.66 abc	13.91 ab	76.98 bc	6.70 bcdef	59.68 bcde	87.38 abcde	139.66 abc
	0.2	13.22 abc	18.00 a	18.22 cdef	131.85 bcd	11.99 cd	73.25 cd	6.22 def	58.60 cde	94.64 ab	137.33 abc
	1	11.00 de	15.00 bc	14.85 gh	115.90 efg	8.17 h	52.18 hij	6.68 cdef	63.72 abcd	72.89 cdef	122.00 bcd
0.5	0	13.66 ab	16.00 ab	17.98 def	118.30 def	9.83 efgh	58.84 fghi	8.15 ab	59.45 cde	82.37 abcdef	135.00 abc
	0.2	13.88 a	18.33 a	17.48 efg	144.96 ab	10.96 cde	73.95 bcd	6.52 cdef	71.01 a	103.28 a	148.33 a
	0.5	12.77 abc	16.99 ab	18.47 bcdef	149.00 a	11.70 cd	94.57 a	6.77 bcde	54.43 de	85.83 abcdef	146.00 a
	1	12.00 cde	16.66 ab	20.87 abc	129.74 cde	12.45 bc	66.85 def	8.41 a	62.89 abcd	91.22 abcd	140.33 abc
1	0	14.00 a	18.00 a	21.22 ab	138.67 abc	12.45 bc	75.64 bcd	8.77 a	63.03 abcd	93.52 abc	148.00 a
	0.2	10.78 ef	15.11 bc	16.05 fgh	119.69 def	10.15 defg	62.80 efg	5.90 ef	56.98 de	64.66 f	121.66 cd
	0.5	12.55 abcd	16.78 ab	21.91 a	141.89 abc	15.08 a	82.68 b	6.82 bcde	59.21 cde	91.83 abc	142.00 ab
	1	13.33 abc	17.33 ab	18.82 bcdef	131.30 bcd	12.42 bc	74.15 bcd	6.40 cdef	57.15 de	100.33 a	135.00 abc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD نمی باشند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at probability level of 5%.

طول میانگره

با توجه به نتایج مشخص گردید که طول میانگره تحت تاثیر سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک قرار گرفت. کاربرد اسید هیومیک در سطوح مختلف مصرف منجر به افزایش طول میانگره نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسید هیومیک) گردید. سطوح مختلف اسید هیومیک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۳).

طول، عرض و سطح برگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌های مرتبط با طول و عرض برگ مشخص گردید که این صفات تحت تاثیر سطوح مختلف کودهای هیومیکی قرار گرفتند. بیشترین طول برگ در بالاترین سطح مصرف اسید فولویک (۱ گرم بر لیتر) (۱۱۷/۵۹ سانتی‌متر) در مقایسه با تیمار شاهد (۹۹/۸۱ سانتی‌متر) مشاهده شد. مصرف اسید هیومیک نیز طول برگ در گیاه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۳). مصرف سطوح مختلف اسید فولویک به صورت کود آبیاری عرض برگ در گیاه را نسبت به تیمار شاهد (۶۰/۹۴ سانتی‌متر) افزایش داد. سطوح مختلف اسید هیومیک از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی-داری نداشتند (جدول ۳). کاربرد اسید فولویک در سطوح مختلف سطح برگ گیاه را در مقایسه با تیمار شاهد (۳۹/۹۵ سانتی‌متر مربع) افزایش داد. همچنین مصرف اسید هیومیک در غلظت ۰/۲ گرم در لیتر (۵۵/۱۵ سانتی‌متر مربع) سطح برگ گیاه را در مقایسه با تیمار شاهد (۴۶/۱۶ سانتی‌متر مربع) افزایش داد (جدول ۳).

جدول ۳- اثر ساده اسید هیومیک و اسید فولویک بر طول، عرض و سطح برگ و طول میانگره گیاه سینداپسوس

Table 3- The effect of humic and fulvic acid on the leaf area, leaf length, leaf width and internode length of *Scindapsus* spp. plant

اسید فولویک Fulvic acid ($g.l^{-1}$)	عرض برگ Leaf width (cm)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	طول برگ Leaf length (cm)	طول میانگره Internode length (cm)
0	60.94 b	39.95 b	99.81 c	49.29 b
0.2	72.03 a	50.79 a	108.65 b	58.35 a
0.5	70.96 a	51.65 a	107.53 b	56.89 a
1	74.52 a	57.63 a	117.59 a	57.09 a

اسید هیومیک Humic acid ($g.l^{-1}$)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	طول برگ Leaf length (cm)	طول میانگره Internode length (cm)
0	46.16 b	104.88 bc	43.68 b
0.2	55.15 a	115.22 a	56.89 a
0.5	52.62 ab	110.36 ab	59.80 a
1	46.08 b	103.12 c	61.24 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD نمی باشند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at probability level of 5%.

وزن تر و خشک ریشه

با توجه به نتایج مشخص گردید که وزن تر ریشه با کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد مواد هیومیکی) افزایش یافت. بیشترین وزن تر ریشه در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (گرم در لیتر) و اسید فولویک (۰/۵ گرم در لیتر) مشاهده شد (۱۰۸/۳۲ گرم). این در حالی است که کمترین وزن تر ریشه در تیمار شاهد (۴۰/۹۵ گرم) ثبت گردید. کاربرد مواد هیومیکی منجر به افزایش دو برابری وزن تر ریشه نسبت به تیمار شاهد گردید. وزن خشک ریشه نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. کمترین وزن خشک ریشه در تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک و کاربرد اسید فولویک در غلظت‌های (۰، ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر) مشاهده شد (به ترتیب ۲/۷۲، ۴/۲۷ و ۳/۴۳ گرم). بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (۱ گرم در لیتر) و اسید فولویک (۱ گرم در لیتر) ثبت گردید (۱۱/۰۶ گرم) (جدول ۴).

طول ریشه

استفاده از کودهای هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) منجر به افزایش طول ریشه در گیاه، نسبت به تیمار شاهد (عدم

کاربرد کودهای هیومیکی) شد. بیشترین مقدار طول ریشه در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک (۰/۲ گرم در لیتر) و اسید فولویک (۱ گرم در لیتر) (۵۲/۶۰ سانتی‌متر) و پس از آن و بدون اختلاف معنی‌دار در تیمار کاربرد توام اسید هیومیک و اسید فولویک هر دو در غلظت ۰/۲ گرم در لیتر (۴۸/۷۶ سانتی‌متر) و تیمار ترکیبی اسید هیومیک در غلظت ۰/۵ گرم در لیتر و ۱ گرم در لیتر (۴۸/۳۰ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴).

حجم ریشه

حجم ریشه در اثر استفاده از مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) افزایش یافت. علاوه بر این با افزایش غلظت کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک در تیمارهای ترکیبی حجم ریشه نیز نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد ترکیبات هیومیکی) افزایش یافت (جدول ۴).

نسبت وزن تر و خشک اندام هوایی به ریشه

همچنین نسبت وزن تر و خشک اندام هوایی به وزن تر و خشک ریشه به هنگام کاربرد کودهای هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک) کاهش یافت (جدول ۴).

بحث

تعداد بیشماری از تحقیقات در ارتباط با توانایی مواد هیومیکی در افزایش رشد ساقه در ارقام مختلف گیاهی در شرایط متفاوت ارائه گردیده است. کودهای آلی با بهبود وضعیت خاک و افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی موجب افزایش رشد گیاه می‌شوند (El-Ghamry *et al*., 2009). احتمالا وجود ترکیبات شبه جیبرلینی در مواد هیومیکی یکی از دلایل مهم و تاثیرگذار در افزایش رشد طولی گیاه می‌باشد (Nardi *et al*., 2002)). مواد هیومیکی با تاثیر بر فعالیت H+-ATPase ریشه و توزیع نیترات ریشه در ساقه منجر به تغییرات در توزیع مشخص سایتوکنین‌ها، پلی‌آمین‌ها و ATP شده و در نتیجه بر رشد ساقه گیاه تاثیر می‌گذارند (Rubio *et al*., 2009). افزایش ارتفاع گیاه در خیار (Veronica *et al*., 2010)، *Cassia angustifolia* (Balakumbahan and Rajamani, 2010) و سیاهدانه (Rubio *et al*., 2009) در اثر کاربرد مواد هومیکی تایید شده است. علاوه بر این، مواد هیومیکی روند جذب عناصر غذایی در گیاه را از طریق تحرک بخشیدن یون‌ها و نیز متابولیسم فیزیولوژی گیاه سرعت می‌بخشند (Ghorbani *et al*., 2010)؛ که این عمل رشد بهتر گیاه را در پی خواهد داشت. افزایش سطح برگ تحت تاثیر کاربرد مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) از طریق افزایش میزان فتوسنتز در گیاه توسط محققین تایید شده است (Balakumbahan and Rajamani, 2010). مواد هیومیکی با استفاده از مکانیسم‌های متفاوتی از جمله: اثرات هورمونی، تاثیر مستقیم بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش تقسیم سلولی، قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش تهویه خاک (Samavat and Malakoti, 2006) و افزایش فتوسنتز گیاه از طریق افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو (Delfine *et al*., 2005) بر افزایش رشد گیاه موثر می‌باشند. با افزایش جذب نیتروژن، رشد شاخساره و اندام‌های هوایی نیز افزایش می‌یابد. همچنین این ترکیب با افزایش تولید مواد فتوسنتزی سبب افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه و تولید ماده خشک بیشتر می‌گردد. همچنین بررسی خرمدل و همکاران (Khoramdel *et al*., 2008) نشان داد که کاربرد کودهای آلی در گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) شاخص‌های رشد نسبت به تیمار شاهد را افزایش داد. این ترکیبات با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و هم چنین ایفای نقش بر نفوذپذیری غشاء به عنوان ناقل پروتئین، فعال کردن تنفس، چرخه کربس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین‌تری فسفات باعث افزایش رشد گیاهان می‌شوند (Sidari *et al*., 2008). مواد هیومیکی با تامین عناصر غذایی گیاه سیاهدانه، با بهبود نیتروژن برگ و افزایش سرعت فتوسنتز این گیاه، سرعت رشد و بیوماس گیاه را افزایش داده است (Azizi and Safai, 2016). خزاعی و همکاران (Khazaie *et al*., 2011 گزارش کردند اسید هیومیک موجب افزایش اندام هوایی و رشد تعداد شاخه در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*) شده است (Khazaie *et al*., 2011)). تاثیر مثبت مواد هیومیکی بر صفات کمی و کیفی گیاهان توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (Kamari Shahmaleki *et al*., 2012; Tattini *et al*., 1991; Valdrighi *et al*., 1996; Youssef *et al*., 2004). با مصرف کود، گیاهان آسانتر به عناصر غذایی دسترسی پیدا می‌کنند و بهتر استقرار می‌یابند (Bahalu *et al*., 2018). این احتمال وجود دارد که مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) سبب دوام بافت‌های فتوسنتز کننده شده است (Wolf *et al*., 1988). این ترکیبات با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب‌تر در اختیار گیاه، میزان ساخت رنگیزه‌ها را افزایش داده و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر می‌نماید (Koram Ghe-Farokhi *et al*., 2015)) و در نتیجه آن طول میانگره افزایش می‌یابد. مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شوند (Nardi *et al*., 2002). در مرحله ساقه رفتن که مرحله رشد سریع گیاه است و شرایط محیطی نیز در آن زمان مناسب می‌باشد، گیاه نیاز بیشتری به عناصر غذایی داشته و ترکیبات هیومیکی از طریق فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب

افزایش شاخص سطح بـرگ مـی‌شـوند (Albayrak and Camas, 2005; Azarpou, 2012; Chen *et al.*, 2004; Terzi *et al.*, 2010)). با افزایش مقدار مصرف ترکیبات هیـومیکی جـذب عناصـر مورد نیاز گیاه همچون ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مـس نیـز افـزایش مـی‌یابـد (Harper et al., 2000). در حقیقـت قابلیت‌های ترکیبات هیومیکی توانایی ایجاد کمپلکس‌های پایـدار بـا یـون‌هـای فلـزی مـی‌باشـد (David *et al.*, 1994). کـاربرد اسـید هیومیک سطح برگ ریحان (*Ocimum basilicum*) را افـزایش داد (Befrozfar *et al.*, 2013). ترکیبات هیومیکی با تـاثیر بـر سـاختار خاک، هوادهی و ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش مـی‌دهنـد که این موضوع بر pH خاک و جذب عناصر تـاثیر گـذار اسـت. اسـید فولویک با افزایش حلالیت یون‌های فلزی در خاک دسترسی ریشه به آن‌ها را افزایش می‌دهد. اسید فولویک توانـایی جـذب و انتقـال آب را دارا می‌باشد. این ترکیـب بـه ایـن شـیوه و از طریـق حفـظ رطوبـت، دسترسی ریشه به عناصر غذایی را افـزایش مـی‌دهـد. سـایز کوچـک مولکول‌های این ترکیب توانایی ورود بـه سیسـتم انتقـال گیـاه را دارا می‌باشد. اسید فولویک به راحتی یون‌هـایی همچـون: آهـن، کلسـیم، مس، روی و منگنز را به صورت باند شده یا کلات شده تبـدیل مـی-کند. این ترکیب به راحتی از طریق ریشه، برگ و ساقه جـذب شـده و عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار مـی‌دهـد (Yamauchi *et al.*, 1984).

تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و اسید فولویک با یون‌های معـدنی، تـأثیر بـر تـنفس و فتوسـنتز، تحریـک متابولیسـم اسـید نوکلئیـک (Samavat and Malakouti, 2005; Youssef *et al.*, 2004) و فعالیت هورمونی (Adani *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 2002; Shahbazi *et al.*, 2012; Soleimani Aghdam *et al.*, 2012; Taghizadeh *et al.*, 2013; Turkmen *et al.*, 2004)؛ تقویـت دیـواره سـلولی (Aiken *et al.*, 1985) و تـأخیر در تجزیـه کلروفیـل و پـروتئین‌هـا در بـرگ بـه دلیـل خاصـیت سـایتوکینینی (Arteca, 1996; Nadi *et al.*, 2002)، آن‌ها از جمله فرضیات مؤثر برای بیان مکانیسم اثر آن‌ها بـر پارامترهـای رشـدی گیاهـان اسـت. افزایش تعداد برگ در گیاه، احتمالاً به دلیل گسترش سـریع سیسـتم ریشه ای گیاه در غلظت های زیاد اسید هیومیـک و همچنـین اسـید فولویک می‌باشد که این خود منجر به افزایش جـذب بیشـتر عناصـر غذایی، رشد بهتر گیاه و به دنبال آن افـزایش تعـداد بـرگ مـی‌شـود (Atiyeh *et al.*, 2002; Fazel Tehrani *et al.*, 2017). همانطور که قبلا ذکر گردید این ترکیبات از طریـق تـأمین و در اختیارگـذاری عناصر کم مصرف و پُرمصرف و بهبـود وضـعیت فتوسـنتزی در گیـاه سبب بهبود شرایط رشدی می‌گردد (Astaraei and Ivani, 2008). مواد هیومیکی دسترسی به عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و خصوصا عناصر غذایی با غلظت پایین در خاک را افزایش مـی‌دهنـد (Cooper *et al.*, 1998; Stevenson, 1994; Vermeer, 1996). برخی تحقیقات نشان داده‌اند کـه ترکیبـات هیـومیکی دارای فعالیـت شـبه‌اکسـینی مـی‌باشـند (Marschner, 2002). اسـتفاده از مـواد هیومیکی رشد ریشه را در سیستم‌های بدون خـاک تحریـک کـرده و باعث افزایش حجم ریشه می‌شود، که این ممکن است به دلیل جذب آسانتر و کارآیی بیشتر مواد غذایی باشد. این احتمـال وجـود دارد کـه افزایش جذب مواد غذایی به وسیله‌ی گیاهان به طور ویژه ای موجـب افزایش رشد ریشه شده باشد. همچنین، گسترش ریشه مـی توانـد در اثر فعالیت شبه‌هورمونی این ترکیبات باشـد (David *et al.*, 1994). به دلیل خاصیت هورمونی و افـزایش دسترسـی ریشـه بـه نیتـرات و افزایش جذب عناصر غذایی ناشی از مصرف اسید هیومیک رشد ریشه در گیـاه بهبـود مـی‌یابـد (AbaszadehFaruji *et al.*, 2018; Reynolds *et al.*, 1995; Roohani *et al.*, 2014). فولویک‌اسـید با قابلیت حـل در آب بـه میـزان بـالا و در تمـامی pHهـا مـی‌باشـد. فولویک اسید پلی- الکترولیت بوده و تنها کلوئیدی است که به راحتی از طریق غشا منتشر شده و به راحتی توسط ریشه و برگ جذب مـی-گردد (Yamauchi *et al.*, 1984). در نتیجه ایـن ترکیـب بـه طـور مستقیم بر جذب عناصرغذایی و بهره‌وری آن از خاک موثر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش مشخص گردید که کاربرد مواد هیومیکی (اسید هیومیک و اسید فولویک) بر صفات رشدی مورد مطالعه در گیاه تاثیر مثبت داشته و سـبب بهبـود رشـد در گیـاه شـده است. در اغلب صفات اندازه‌گیری شده در گیاه از قبیـل: ارتفـاع، وزن تر و خشک برگ، ساقه، اندام هـوایی و ریشـه، تعـداد گـره و بـرگ و حجم اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، طول و حجم ریشه ریشه و نسبت وزن تر و خشک انـدام هـوایی بـه ریشـه مصـرف تـوام اسـید هیومیک و اسید فولویک به صورت کودآبیاری نسبت به تیمـار شـاهد (عـدم مصـرف کودهـای هیـومیکی) افـزایش یافـت. مصـرف اسـید هیومیک و اسید فولویک به تنهایی نیز طول، عرض و سـطح بـرگ و طول میانگره در گیاه را نسبت به تیمار شاهد بهبود بخشید. ترکیبـات هیومیکی نقش مهمی در حاصلخیزی خاک، فیزیولوژی گیاه و کنترل آلودگی خاک بازی می‌کنند. این ترکیبات به تولید و کشاورزی سالم و ایمن کمک کرده و منجر به تحقق کشاورزی پایدار می‌شـوند. عـلاوه بر این، این ترکیبات شرایط زیست‌محیطی را بهبود بخشـیده و برخـی مسایل آلودگی زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شـیمیایی را از بین می‌برند. این ترکیبات سبب بهبود ساختار و شـیمی خـاک، بهبـود بیولوژی خاک، افـزایش بهـره‌وری عناصـر مغـذی موجـود در خـاک، افزایش بهره‌وری مصرف آب، افزایش عملکرد و کیفیت گیاه می‌شوند.

جدول ٤- اثر متقابل اسید هیومیک × اسید فولویک بر برخی از صفات مورفولوژیک گیاه سینداپسوس

Table 4-The interaction effect of humic acid ×folvic acid on some morphological traits of *Scindapsus* spp. plant

اسید هیومیک Humic acid ($g.l^{-1}$)	اسید فولویک Fulvic acid ($g.l^{-1}$)	نسبت وزن خشک اندام هوایی به وزن خشک ریشه Shoot/Root dry weight	نسبت وزن تر اندام هوایی به تر ریشه Shoot/Root fersh weight	حجم ریشه Root volum (cm^3)	طول ریشه Root length (cm)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
0	0	5.17 a	2.09 a	35.66 g	33.70 fg	40.95 g	2.72 f
	0.2	2.82 cdef	1.46 def	76.66 ab	39.43 def	96.13 bc	7.09 bcd
	0.5	3.35 bcd	1.67 bcd	51.66 def	35.50 fg	61.40 f	4.27 ef
	1	4.39 ab	1.78 abcd	49.33 f	31.90 g	60.59 f	3.43 f
0.2	0	3.31 bcde	1.66 bcd	50.33 ef	38.73 def	77.23 cdef	5.50 def
	0.2	3.28 cde	1.57 cdef	52.66 def	48.76 ab	88.32 cd	6.28 cde
	0.5	1.97 f	1.21 f	74.33 bc	44.00 bcd	109.12 ab	9.21 ab
	1	3.32 bcde	1.85 abc	50.33 ef	52.60 a	64.28 ef	4.51 def
0.5	0	3.31 bcde	1.46 def	57.00 def	35.53 fg	81.16 cde	5.47 def
	0.2	3.30 bcde	1.82 abcd	62.33 cde	44.13 bcd	82.10 cde	5.45 def
	0.5	2.22 ef	2.00 ab	79.33 ab	42.50 cde	78.45 def	8.46 abc
	1	3.48 bc	1.70 bcd	63.66 cd	48.30 abc	78.04 cdef	6.54 bcde
1	0	3.25 cde	1.60 cde	73.66 bc	37.73 efg	86.37 cd	6.66 bcde
	0.2	2.31 def	1.44 def	62.00 cde	42.90 bcde	83.83 cd	7.02 bcde
	0.5	2.65 cdef	1.23 ef	89.00 a	42.53 cde	116.24 a	8.62 abc
	1	1.97 f	1.26 ef	87.33 a	43.00 bcde	108.32 ab	11.06 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD نمی باشند.

Means with the same letter in each column are not significantly different at probability levels of 5%.

منابع

1. AbaszadehFaruji, R., Shoor, M., Tehranifar, A., Abedi, B., & Safari, N. (2018). Effects of humic acid and fulvic acid on some morphological characteristics of geranium. *Journal of Horticultural Science 32*(1): 35-50. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V31I3.57849.
2. Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., & Zocchi, G. (1998). The effect of humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal Plant Nutrition* 21: 561-575. https://doi.org/10.1080/01904169809365424.
3. Adediran, J.A., Taiwa, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., & Idown, O.J. (2004). Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and coupea yield in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1163-1181. https://doi.org/10.1081/PLN-120038542.
4. Aiken, G.R., Mcknight, D.M., Wershaw, R.L., & Mccarthy, P. (1985). *Humic substances in soil, sediment and water*. Wiley-Interscience. New York. U.S.A. https://doi.org/10.1002/gj.3350210213.
5. Albayrak, S., & Camas, N. (2005). Effect of different levels and application times of humic acid on root and leafyield and yield component of Forage turnip (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agronomy* 42: 130-133. https://doi.org/10.3923/ja.2005.130.133.
6. Arteca, R.N. (1996). *Plant growth substances: Principles and applications*. Chapman and Hall. New York. pp. 250- 283.
7. Astaraei, A.R., & Ivani, R. (2008). Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition if cowpea plant. Am.-Euras. *Journal. Agriculture Environment Science 3*(3): 352-356.
8. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., & Metzger, J.D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology 84*(1): 7-14. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00017-2.
9. Azarpou, A. (2012). Evaluation and determination of the best time of priming and priming solution levels for germination indexes of fenugreek (*Trigonella foenumgracum* L.). *Journal of Agricultural and Biological Science 7*(3): 141-146.
10. Azizi, M., & Safa, Z. (2016). Effect of humic acid and nanocardopharmes spraying on morphological traits, yield and essential oil of *Nigella sativa* L. *Journal of Horticulture Science 30*(3): 671-680. https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V0I0.41136.
11. Bahalu, Z., Rizi, S., Rabi, Gh., & Saedi, K. (2018). Effect of vermicompost and humic acid on qualitative and quantitative traits of *Eustoma grandiflorum* after transfer of transmission. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture -Isfahan University of Technology 8*(4): 17-24.
12. Balakumbahan, R., & Rajamani, K. (2010). Effectof bio stimulants on growth and yield of Senna *(Cassia angustifolia* L.). *Journal of Horticultural Sciences 2*(1): 16-18.
13. Barghmadi, K., & Najafi, Sh. (2015). Effect of different levels of nitroxin and humic acid on some quantitative characteristics and essential oil of *Carum copticum* (L.). C .B . Clarke. *Journal of Horticultural Science 29*(3): 332-341. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.22523.
14. Befrozfar, M.R., Habibi, D., Asgharzadeh, A., Sadeghi-Shoae, M., & Tookalloo, M.R. (2013). Vermicompost, plant growth promoting bacteria and humic acid can affect the growth and essence of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Annals of Biological Research 4*(2): 8-12. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1897.4882.
15. Bellapart, C. (1996). *New biological agriculture in equilibrium with chemical agriculture*. Barcelona, Spain: Editions Mundi–Press.
16. Bollo, E. (1999). *Earthworm culture, a recycling alternative*. Barcelona, Spain: Editions Mundi–Press.
17. Bronick, E.J., & Lai, R. (2005). Soil structure and management: A review. *Geoderma* 124: 3-22. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005.
18. Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* 3-41. https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8.
19. Cavender, N.D., Atiyeh, R.M., & Knee, M. (2003). Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *Sorghum bicolor* L. at the expense of plant growth. *Pedobiologia* 47: 85-89. https://doi.org/10.1078/0031-4056-00172.
20. Chen, Y., Clapp, C.E., & Magen, H. (2004). Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition* 50: 1089-109. https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408579.
21. Chen, Y., & Aviad, T. (1990). *Effects of humic substances on plant growth*. PP. 161-186. *In:* MacCarthy et al. (Eds.), Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected Readings. SSSA and ASA. Madison. WI. USA. https://doi.org/10.2136/1990.humicsubstances.c7.
22. Clapp, CE., Hayes, MHB., & Swift, RS. (1993). I*solation, fractionation, functionalities, and concepts of structure of soil organic macromolecules*, in A J. Beck, K.C. Jones, M.B.H. Hayes, and U. Mingelgrin (eds.), Organic substances in soil and water. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
23. Cooper, R., Chunhua liu, J., & Fisher, D.S. (1998). Influence of humic substances on rooting and nutrient content

of creeping bentgrass. *Crop Science 38*(6): 1639. https://doi.org/10.2135/cropsci1998.0011183X003800060037x.
24. Dastyaran, M., & Farahi, M.H. (2014). The effect of humic acid and putrescine on vegetative properties and flower life of roses in soil culture system. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. Soilless Culture Research Center 5*(20): 243-252.
25. David, P.P., Nelson, P.V., & Sanders, C.D. (1994). A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition* 17: 173-184. https://doi.org/10.1080/01904169409364717.
26. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., & Alvino, A. (2005). Effect of foliar application of N and humic acids ongrowth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development* 25: 183-191. https://doi.org/10.1051/agro:2005017.
27. Dursun, A., Guvenc, I., & Turan, M. (2002). Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agrobotanica* 56: 81-88. https://doi.org/10.5586/aa.2002.046.
28. El-Ghamry, A., Kamar, M., El- Hai, A., & Khalid, G. (2009). Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of Broad bean (*Faba vulgaris* L.) cultivated in clayey soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3*(2): 731-739.
29. El-Kenawy, M.A. (2017). Effect of chitosan, salicylic acid and fulvic acid on vegetative growth, yield and fruit quality of Thompson seedless grapevines. *Egyption Journal Horticulture 44*(1): 45-59. https://doi.org/10.21608/EJOH.2017.1104.1007.
30. Esringu, A., Sezen, I., Aytatli, B., & Ercisli, S. (2015). Effect of humic and fulvic acid application on growth parameters in *Impatiens walleriana* L. *Akademik Ziraat 4*(1): 37-42.
31. Fazel Tehrani, H., Ilkai, M.N., & Mostafavi, Kh. (2017). Study of the effect of humic acid and tea compost on leaf basil characteristics. *Journal of Agronomy and Plant Breeding 13*(4): 65-73.
32. Ghasemi Ghahsareh, M., & Kafi, M. (2010). *Scientific and Practical Floriculture*. V.1. 310 p
33. Ghorbani, S., Khazayi, H.M, Kafi, M., & Banayanaval, M. (2010). Effect of humic acid in irrigation water on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Ecology 2*(1):131-123. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jag.v2i1.7608.
34. Golchin, A., Besharati, H., & Shafiyi, S. (2010). *Factors affecting the dynamics of organic materials and its effect on soil properties*. The first congress of fertilizer challenges in Iran.
35. Guerrero, A. (1996). *Soil fertilizers and crop fertilization*. Bilbao, Spain: Editions Mundi–Press.
36. Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G., & Ostatek Boczyski, Z. (2000). Characterizyion on fulvic and humic acid from leavesof eucalyptus comaldulensis and from decomposed hey. *Soil Biochemistry* 32: 1331-1336. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00021-3.
37. Honorato, R. (1993). *Edaphology manual*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria S.A.
38. Jack, AH., & Evans, MR. (2000). Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. *Horticultural Science 35*(7): 1231-1233. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.7.1231.
39. Kamali, M., Shoor, M., & Salahvarzi, Y. (2012). *Studying the effect of salt stress on physio-morphological characteristics of C_4 plants of tuberculate (Gomphrena globosa L.) and Amaranthus tricolor (Amaranthus tricolor. L.) under different levels of carbon dioxide*. Ferdowsi University of Mashhad. M.Sc Thesis.
40. Kamari Shahmaleki, S., Peyvast, Gh., & Ghasemnazhad, M. (2012). Effect of humic acid on growth and yield of tomato cv. Isabela. *Horticultural Sciences (Agriculture Science and Technology) 26*(4): 358-363. https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V0I0.18148.
41. Khazaie, H.R., EyshiRezaie, E., & Bannayan, M. (2011). Application times and concentration of humic acid impact on above ground biomass and oil production of hyssop *(Hyssopus officinalis). Medicinal Plants Research 5*(20): 5148-5154.
42. Khoram Del, S., Koochaki, A., Nassiri Mahalati, M., & Ghorbani, R. (2007). Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research 2*(6): 285-294. https://doi.org/10.22067/GSC.V6I2.2435.
43. Khoramdel, S., Kuchaki, A., Nasiri Mahalati, M., & Ghorbani, R. (2008). Effect of biofertilizers on growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agriculture Research* 6: 294-285. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/gsc.v6i2.2435.
44. Kochaki, A. (1996). *From the Green Revolution to the Cost of the Revolution*. Conflict or Understanding. The 4th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. In Persian.
45. Koram Ghe-Farokhi, A., Rahimi, A., Torabi, B., & Madah Hoseini, Sh. (2015). The effect of application of humic acid, spraying leaves of compost tea and vermicelli on the adsorption of chlorophyll elements and content of *Cartamus tinctorius* L. *Journal of Oil Plants Production 2*(1): 71-84.
46. Malan, CH. No year. Review: *Humic and Fulvic Acids*. A Practical Approach.
47. Marschner, H. (2002). Mineral nutrition of higher plants under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B— Soil & Plant Science* 54: 168-174.
48. Michael Karr, M. (2001). Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. Available online at:

http://humates.com/Humates.Agriculture.Karr.pdf.

49. Moradi, M., Pasari, B., & Fayyaz, F. (2017). The effects of fulvic acid application on seed and oil yield of safflower cultivars. *Journal of Central European Agriculture 18*(3): 584-597. https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.3.1933.
50. Nadi, S., Pizzegheloo Musolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effect of humic substances on higher plants. *Soil Biology Biochemical* 34: 1527-1536. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8.
51. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1527–1536. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8.
52. Nikbakht, A., Etemadi, N., & Yazdani, B. (2010). Application of humic and flvic acids in nutrient solution affects postharvest characteristics of *Gerbera jamesonnii* L. *Acta Horticulturae 934*(934): 495-499. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.934.65.
53. Piraste Anoshe, H., Emam, Y., & Jamali Ramin, F. (2010). Comparison of the effect of bio-fertilizers with chemical fertilizers on growth, yield of sunflower oil in different levels of drought stress. *Agroecology Journal 2*(3): 492-501. https://doi.org/10.22067/JAG.V2I3.7663.
54. Reynolds, A.G., Wardle, D.A., Drought, B., & Cantwell, R. (1995). Gro-mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines. *Horticulture Science* 30: 539-554.
55. Roohani, N.S., Nemati, S.H., Moghadam, M., & Ardakanian, V. (2014). *The role of humic acid on morphological, physiological and biochemical characteristics of three varieties of radish (Raphanus sativus L.) under salt stress*. Ferdowsi University of Mashhad. M.Sc Thesis.
56. Rubio, V., Bustos, R., Irigoyen, M.L., Cardona-Lopez, X., Rojas-Triana, M., & Paz-Ares, J. (2009). Plant hormones and nutrient signaling. *Plant Molecular Biolojy 69*(4): 361–73. https://doi.org/10.1007/s11103-008-9380-y.
57. Sabzevari, S., Khazai, H.R., & Kafi, M. (2009). The effect of humic acid on root and shoot growth of Sayonez and Sabalan cultivars of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology) 23*(2): 87-94. https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.1731.
58. Saleh Rastin, N. (1999). Biological fertilizers. *Journal of Soil and Water Special Publication Research Institute. Agricultural Extension and Education 12*(3): 17-26.
59. Samavat, S., & Malakoti, M. (2006). *Necessitates the use of organic acids (humic and Fulvic) to increase the quantity and quality of agricultural products*. Technical Bulletin No. 463. Senate Publications. Tehran. Iran. (In Persian with English abstract)
60. Samavat, S., & Malakouti, M.J. (2005). *Necessity of production and utilization of organic acids to increase quality and quantity of agricultural products*. Sana Publisher, Tehran. (In Persian with English abstract)
61. Shahbazi, M., Chamani, A., Shahbazi, M., Mostafavi, M., & Poorbirami, H.I.Y. (2012). Investigating the effect of different substrates of vermicompost, peat, and coconut cultivation on the carnation growth and flowering characteristics. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production 22*(3): 127-136.
62. Sharif, M., Khattak, R.A., & Sarir, M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33: 3567-3580. https://doi.org/10.1081/CSS-120015906.
63. Sidari, M., Ronzello, G., Vecchio, G., & Muscolo, A. (2008). Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a *Pinus laricio* forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy). *European Journal of Soil Biology 44*(4): 364-372. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.05.001.
64. Soleimani Aghdam, M., Hassanpour-Aghdam, M., Paliyat, G., & Farmani, B. (2012). The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Science Horticulture* 144: 102-115. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.007.
65. Stevenson, F.J. (1994). *Organic forms of soil nitrogen*. In: wiley john, editor. Humic chemistry: genesis, composition, reaction. New york: 59–95.
66. Taghizadeh, M., Ahsani Iravani, V., & Asadi, L. (2013). *Investigating the effects of vermicompost application on improving quality and quantity of horticultural products*. 1st Symposium on New Discussion in Horticultural Science. Scientific Association of Horticultural Engineering. Jahrom University.
67. Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A., & Traversi, M.L. (1991). Effect of humic acids on growth and biomass partitioning of container-grown olive plants. *Acta Horticulture* 294: 75-80. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.294.7.
68. Terzi, A., Coban, S., Yildiz, F., Ates, M., Bitiren, M., Taskin, A., & Aksoy, N. (2010). Protective effects of black cumin (*Nigella sativa* L.) on intestinal ischemia-reperfusion injury in rats. *Journal of Investigative Surgery 23*(1): 21. https://doi.org/10.3109/08941930903469375.
69. Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M., & Erdinc, C. (2004). Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B—Soil and Plant Science* 54: 168-174. https://doi.org/10.1080/09064710310022014.
70. Valdrighi, M.M., Pear, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., & Vallini, G. (1996). Effects of compost-

derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: A comparative study. *Agriculture Ecosystem Environmental* 58: 133-144. https://doi.org/10.1016/0167-8809(96)01031-6.

71. Vermeer, A.W.P. (1996). *Interactions between humic acid and hematite and their effects on metal ion speciation*. The Netherlands: Wageningen University. (phd thesis).
72. Veronica, M., Eva, B., Angel-Maria, Z., Elena, A., Maria, G., Marta, F., & Jose´-Maria, GM. (2010). Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. *Journal of Plant Physiology* 167: 633-642. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.11.018.
73. Wolf, D.W., Henderson, D.W., Hsiao, T.C., & Alvino, A. (1988). Interactive water and nitrogen effects onsenescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield. *Agronomy Journal* 80: 859-864. https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000060004x.
74. Yamauchi, M., Katayama, S., Todoroki, T., & Watanable, T. (1984). "Total synthesis of fulvic acid". *Journal of the Chemical Society*. *Chemical Communications* 23: 1565-6. https://doi.org/10.1039/C39840001565.
75. Youssef, A.A., Mahgoub, M.H., & Talaat, I.M. (2004). Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. *Egyptian Journal of Applied Science*. *19*(9B): 492-510.